

WURZBURG

1967

THESIS

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Würzburg
Direktor : Professor Dr. med. H. Franke

DIE BEZIEHUNG VON Q IN D DER NEHB' SCHEN ABLEITUNG
ZUR LAGE DER ELEKTRISCHEN HERZACHSE
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
DER TIEFEN ÖSOPHAGUS-ABLEITUNGEN

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR ROAD
PALO ALTO, CALIFORNIA

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Gustav-Adolf Schulte
aus Bochum

Würzburg 1967



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Würzburg
Direktor : Professor Dr. med. H. Franke

DIE BEZIEHUNG VON Q IN D DER NEHB'SCHEN ABLEITUNG
ZUR LAGE DER ELEKTRISCHEN HERZACHSE
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
DER TIEFEN ÖSOPHAGUS-ABLEITUNGEN

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Gustav-Adolf Schulte
aus Bochum

Würzburg 1967

Referent: Professor Dr. med. P. Polzien

Korreferent: Professor Dr. med. H. Franke

Tag der Promotion: 15. 12. 67

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meiner lieben Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Problemstellung	1
B. Methode und untersuchter Personenkreis	3
C. Ergebnisse	5
I. Beziehungen der Ableitungen nach NEHB (D, A, J) untereinander.	5
II. Beziehung der Q-Zacke in D zur Lage der elektrischen Herzachse.	8
1. Beziehung der Dauer von Q in D zu dem prozentualen Verhältnis der R-Zacken in D und A.	9
2. Beziehung der Dauer von Q in D zu dem Quotienten $\frac{R + S}{R}$ in J.	11
3. Beziehung zwischen dem Verhältnis der R-Amplituden in D und A und dem Pro- dukt aus Dauer und Tiefe von Q in D.	12
III. Vektorielle Konstruktion der elektrischen Herzachse im NEHB'schen Dreieck.	14
1. Schematische Darstellung des NEHB'schen Dreiecks.	14
2. Die elektrische Herzachse und der Winkel δ	16
3. Die Abhängigkeit der elektrischen Herz- achse von der Atmung.	18
IV. Die Q-Zacke in den Ösophagusableitungen und der Winkel δ	20

D. Diskussion

21

E. Zusammenfassung

22

Literaturverzeichnis

PROBLEMSTELLUNG

In dieser Darstellung wird die Q-Zacke als Infarkt - Kriterium insbesondere in der für die Diagnostik des Hinterwand-Basis-Infarkts wichtigen Ableitung D nach NEHB (1) und ihre Beziehung zur Lage der elektrischen Herzachse untersucht.

Als zusätzliche Sicherung für die Diagnose eines (basis-nahen) Hinterwandinfarkts wird außer den 5 Kriterien des "PARDEE - Q" in der Ableitung III nach EINTHOVEN (2) u.a. für die Q - Zacke in D eine Dauer von mindestens 0,04 sec. und eine Amplitude, welche die Hälfte der folgenden R-Zacke überschreitet, gefordert (3); andere Autoren verlangen unter Beibehaltung der Dauer von 0,04 sec., daß die Amplitude von Q in D mindestens $1/3$ der folgenden R-Amplitude beträgt, soll sie pathologisch sein (4).

Jedoch ist die Q-Zacke in D - wie die anderen Zacken - nicht nur von intrakardialen Faktoren, sondern auch von der Lage der elektrischen Herzachse abhängig; dies ist von den Q-Zacken der Ableitungen III nach EINTHOVEN, aVF nach GOLDBERGER und der Ösophagus-Ableitung in Höhe des linken Ventrikels bekannt, welche eine direkte Proportionalität zu dem Winkel zwischen der elektrischen Herzachse und der Horizontalen, genannt Winkel α , besitzen (5).

In Analogie zu diesen Beziehungen, die in der Ebene des EINTHOVEN'schen Dreiecks bestehen, soll untersucht werden, ob und in welcher Weise die Q-Zacke in D von der Richtung der elektrischen Herzachse bei deren Projektion in die Ableitungsebene des "kleinen Herzdreiecks" nach NEHB abhängig ist.

Außerdem wurden die Q-Zacken in den tiefen Ösophagusableitungen mit berücksichtigt, über deren Bedeutung hinsichtlich der Treffsicherheit in der Diagnostik des Hinterwandinfarkts die Meinungen vieler Autoren divergieren; ein wichtiger Grund für die unterschiedlichen Auffassungen - besonders was die Infarktkriterien betrifft - soll das Fehlen von exakten Angaben über das normale Bild des Ösophagus - ventrikelkomplexes sein (6). Nach PRENEN wurde die beste Korrelation zwischen den klinischen Beobachtungen und den elektrokardiographischen Befunden gesehen, wenn man für die tiefen Ösophagusableitungen sowie für die Ableitungen III und aVF folgende Infarktkriterien nimmt:

$$\begin{aligned} Q &\geq 1/4 R \\ \text{und } Q &\geq 0,03 \text{ sec} \\ \text{und } T &= \text{isoelektrisch, biphasisch} \\ &\quad \text{oder negativ (6)} \end{aligned}$$

Da zwischen der Dauer der Q-Zacke in den tiefen Ösophagus - Ableitungen und dem Winkel α in der Frontalebene eine starke Proportionalität bekannt ist (5), soll nun ferner untersucht werden, ob entsprechend in der Ebene des NEHB'schen

Dreiecks zwischen der Lage der elektrischen Herzachse und den Q-Zacken im Ösophagus - ventrikelkomplex eine Beziehung nachzuweisen ist bzw. ob das Ösophagus - EKG einer etwa vorhandenen Korrelation zwischen der Q-Zacke in NEHB - D und der elektrischen Herzachse zusätzlich eine größere Stärke (Strammheit) verleiht.

B.

METHODE UND UNTERSUCHTER PERSONENKREIS.

Aus dem täglichen Durchgang der Med. Poliklinik wurden 80 Patienten beiderlei Geschlechts und jeglichen Alters ausgewählt, die eine messbare, d.h. mindestens 0,01 sec. dauernde Q-Zacke in D der NEHB'schen Ableitung aufwiesen; diese Brustwandableitung wird an unserer Klinik routinemäßig geschrieben; besonders Patienten mit einer auffallend breiten und (oder) tiefen Q-Zacke, die an der Grenze der Norm lag, wurden zur weiteren Untersuchung einbestellt. Es wurden die Ableitungen nach EINTHOVEN, NEHB, GOLDBERGER, WILSON ($V_1 - V_9$), einschließlich bei tiefer Inspiration, und die Ösophagus - Ableitungen aufgenommen. - Die benutzte Ösophagus - Sonde enthielt 6 Ringelektroden im Abstand von 1,5 cm; dadurch konnten simultan 6 Ableitungen auf einer Strecke von 7,5 cm unipolar registriert werden. Durch zweimaliges Versetzen (Hochziehen) der Sonde

um je 7,5 cm, so daß sich jeweils 2 Ableitungen überlappten, wurde ein Gesamtspektrum von 22,5 cm abgetastet. In 5 Fällen mußte die Untersuchung abgebrochen werden. Die Lage der Elektroden wird durch die Entfernung (in cm) von der unteren Zahnreihe angegeben. Die Ableitungen wurden mit dem Buchstaben α bezeichnet. Die Aufzeichnung der Ösophagus - Ableitungen gelang am besten bei expiratorischem Atemstillstand. (2)

Eine störende wellenförmige Schwankung der isoelektrischen Linie, die sich hin und wieder in einzelnen Ösophagusableitungen zeigte, sog. "Kondensatoreffekt", konnte leicht durch Torsion der Sonde um ihre Längsachse ausgeglichen werden. Zur Registrierung der Ableitungen wurde der Siemens - Universal - Elektrokardiograph "Cardirex" benutzt.

Ferner wurden die bei 11 Patienten mit dem Beckenzirkel gemessenen Abstände zwischen den drei Ableitpunkten des "kleinen Herzdreiecks", d.h. die Strecken D,A und J verwendet, um ein schematisches Dreieck für die vektorielle Bestimmung der elektrischen Herzachse konstruieren zu können.

TABELLE I

Patient	R_D	R_A	R_J	S_J	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	$\frac{R+S}{R}(J)$	$Q_D \text{ sec.}$	$\frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$
1. D. ♂	15,5	16,0	5,0	14,0	97,0	3,80	0,020	12,0
2. R. ♂	20,0	20,0	5,0	13,0	100,0	3,80	0,020	11,0
3. B. ♀	11,0	14,0	2,5	1,5	79,0	1,60	0,025	26,0
4. L. ♂	29,0	43,0	15,0	0,0	67,5	1,00	0,030	18,0
5. Z. ♂	17,0	28,0	15,0	15,0	61,0	2,00	0,035	52,0
6. S. ♂	12,5	17,0	10,0	18,0	73,5	2,80	0,035	30,0
7. G. ♂	24,0	31,0	7,0	7,0	77,0	2,00	0,035	23,5
8. B. ♂	18,0	29,0	11,0	7,0	62,0	1,64	0,040	25,0
9. N. ♂	20,0	24,0	6,0	17,0	83,5	3,85	0,025	14,5
10. H. ♂	13,0	23,0	9,0	8,0	57,0	1,90	0,035	20,0
11. R. ♂	21,0	26,0	3,0	3,0	81,0	2,00	0,030	26,0
12. W. ♀	20,5	35,0	21,0	1,0	58,5	1,05	0,030	27,5
13. H. ♂	18,5	33,0	10,5	4,5	56,0	1,43	0,035	28,0
14. L. ♂	15,0	28,0	12,0	23,0	54,0	2,90	0,030	26,5
15. H. ♀	16,0	25,0	7,0	0,0	64,0	1,00	0,030	28,0
16. S. ♂	15,5	39,0	22,5	1,0	40,0	1,04	0,030	20,0
17. G. ♂	19,0	36,0	15,5	1,5	53,0	1,10	0,025	8,0
18. J. ♂	18,5	38,0	25,0	29,0	49,0	2,16	0,025	8,0
19. S. ♂	8,5	16,5	8,5	3,5	51,0	1,41	0,025	28,0
20. A. ♂	13,0	24,0	11,0	16,0	54,0	2,45	0,030	19,0
21. S. ♂	8,0	18,0	9,0	7,0	44,5	1,78	0,030	21,0
22. S. ♂	13,0	26,0	13,0	9,0	50,0	1,69	0,030	16,0
23. H. ♀	16,0	21,5	5,5	0,0	74,0	1,00	0,030	28,0
24. H. ♂	11,0	20,0	7,0	6,0	55,0	1,68	0,025	22,0
25. R. ♂	12,5	25,5	12,5	16,5	49,0	2,32	0,030	27,0

TABELLE I (FORTS.)

Patient	R_D	R_A	R_J	S_J	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	$\frac{R+S}{R}(J)$	$Q_D^{sec.}$	$\frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$
26. F. ♀	13,0	15,0	4,0	6,5	87,0	2,62	0,020	19,0
27. S. ♂	21,0	49,0	28,0	2,5	43,0	1,10	0,040	46,0
28. G. ♂	10,0	23,0	7,5	3,5	43,5	1,47	0,035	50,0
29. H. ♂	19,0	36,5	16,0	9,0	52,0	1,56	0,025	16,0
30. S. ♂	16,0	37,0	17,5	9,5	43,3	1,54	0,030	30,0
31. K. ♂	16,0	27,0	13,0	8,0	59,0	1,62	0,030	16,0
32. V. ♂	18,0	27,0	8,0	6,0	67,0	1,75	0,025	25,0
33. E. ♂	20,0	30,0	11,0	11,0	66,7	2,00	0,035	17,5
34. P. ♂	14,0	27,0	14,0	11,0	52,0	1,78	0,035	24,0
35. L. ♂	8,0	18,0	10,0	6,5	44,5	1,65	0,035	49,0
36. E. ♂	20,0	30,0	11,0	11,0	66,7	2,00	0,025	17,0
37. S. ♀	26,0	31,0	3,5	3,0	84,0	2,16	0,025	14,0
38. S. ♂	21,0	25,0	6,0	11,0	84,0	2,83	0,025	19,5
39. S. ♂	13,0	22,0	11,5	8,5	59,0	1,74	0,025	23,0
40. G. ♂	24,0	42,0	18,0	18,0	57,0	2,00	0,035	22,5
41. G. ♀	12,0	18,0	4,0	9,0	67,0	3,25	0,025	38,0
42. L. ♂	16,0	23,5	9,0	12,0	68,0	2,34	0,025	15,5
43. K. ♂	22,0	42,0	18,0	10,0	52,0	1,56	0,035	23,0
44. G. ♂	26,0	37,0	11,5	4,5	70,0	1,39	0,030	27,0
45. Z. ♀	23,5	27,0	4,0	6,0	87,0	2,50	0,025	23,0
46. F. ♀	13,0	13,5	4,0	6,0	96,0	2,50	0,020	18,0
47. M. ♀	21,0	33,0	12,0	2,0	64,0	1,17	0,015	5,0
48. H. ♂	15,0	20,0	9,0	11,0	75,0	2,22	0,025	16,5
49. H. ♀	19,0	18,0	4,0	11,0	95,0	3,75	0,020	16,0
50. M. ♂	19,0	29,5	11,5	8,0	64,0	1,70	0,030	17,0

TABELLE I (FORTS.)

Patient	R_D	R_A	r_J	S_J	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	$\frac{r+S}{R} (J)$	$Q_D^{sec.}$	$\frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$
51. B. ♂	3,5	20,0	16,5	7,0	17,5	1,42	0,035	54,0
52. V. ♂	14,0	20,0	10,0	10,0	70,0	2,00	0,025	26,0
53. S. ♂	26,0	40,0	13,0	12,5	65,0	1,90	0,030	15,0
54. S. ♂	18,0	29,0	11,0	4,0	62,0	1,30	0,025	15,0
55. Z. ♂	11,0	23,0	12,0	9,5	45,0	1,80	0,030	22,5
56. K. ♂	12,0	23,0	10,0	7,5	52,0	1,75	0,025	17,0
57. R. ♂	25,0	41,0	15,5	6,5	60,0	1,42	0,015	10,0
58. K. ♀	21,0	26,0	3,0	4,0	74,5	2,34	0,020	14,0
59. F. ♂	7,0	18,0	10,0	7,0	39,0	1,70	0,025	28,0
60. R. ♂	27,0	41,0	15,0	10,0	66,0	1,67	0,025	11,0
61. D. ♂	28,0	34,5	8,5	11,5	81,0	2,35	0,025	18,0
62. E. ♀	24,0	26,0	3,5	3,0	92,0	1,86	0,025	14,0
63. R. ♂	27,0	40,0	15,0	10,0	67,5	1,67	0,030	11,0
64. K. ♂	11,5	24,0	12,5	4,5	48,0	1,36	0,045	33,0
65. R. ♂	15,0	25,5	11,0	11,0	59,0	2,00	0,030	36,0
66. G. ♂	11,0	11,0	2,5	6,5	100,0	3,60	0,015	18,0
67. U. ♂	9,0	17,0	8,0	8,0	53,0	2,00	0,030	23,0
68. G. ♂	25,0	39,0	19,0	19,0	64,0	2,00	0,030	23,0
69. S. ♀	16,0	13,5	3,0	10,5	118,0	4,50	0,015	20,0
70. S. ♂	17,0	30,0	11,0	4,0	57,0	1,36	0,030	15,0
71. L. ♂	11,0	25,0	12,0	4,0	44,0	1,34	0,025	20,0
72. G. ♂	13,5	30,5	15,5	2,5	44,3	1,16	0,035	21,0
73. G. ♀	12,0	18,0	4,0	9,0	67,0	3,25	0,025	38,0
74. R. ♂	20,0	18,0	5,0	11,0	111,0	3,20	0,020	11,0
75. A. ♂	20,0	27,0	6,0	12,5	74,0	3,09	0,010	15,0

TABELLE II

Patient	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ (Insp.)	$\frac{R + S}{R}(J)$ (Insp.)	χ α	E_{50}		$E_{45,5}$	
				Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$	Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$
1. D. ♂	100,0	3,45	7°	0,030	40,0	0,035	50,0
2. R. ♂	106,0	2,70	59°	0,030	22,5	0,035	38,0
3. B. ♀	58,0	1,28	0°	0,000	0,0	0,015	40,0
4. L. ♂	86,0	1,40	58°	0,010	7,0	0,000	0,0
5. Z. ♂	57,0	2,07	71°	0,030	25,0	0,035	35,0
6. S. ♂	55,5	2,55	- 12°	0,035	40,0	0,040	40,0
7. G. ♂	74,0	1,86	60°	0,025	15,0	0,035	35,0
8. B. ♂	44,0	1,39	0°	0,000	0,0	0,000	0,0
9. N. ♂	92,0	2,90	65°	0,025	13,0	0,025	21,0
10. H. ♂	65,5	3,10	57°	0,030	60,0	0,035	55,0
11. K. ♂	74,0	1,50	7°	0,040	40,0	0,040	47,0
12. W. ♀	60,5	1,25	74°	0,015	25,0	0,015	26,0
13. H. ♂	48,5	1,27	4°	0,000	0,0	0,000	0,0
14. L. ♂	58,0	2,80	- 10°	0,025	40,0	0,025	43,0
15. H. ♀	71,0	2,40	61°	0,035	38,0	0,000	0,0
16. S. ♂	37,5	1,06	56°	0,000	0,0	0,000	0,0
17. G. ♂	47,0	1,10	67°	0,000	0,0	0,000	0,0
18. J. ♂	46,0	2,02	26°	0,030	15,0	0,035	25,0
19. S. ♂	40,0	1,40	42°	0,025	28,0	0,030	31,0
20. A. ♂	48,0	2,25	76°	0,030	25,0	0,030	36,0
21. S. ♂	44,5	2,00	- 30°	0,000	0,0	0,000	0,0
22. S. ♂	48,0	1,57	3°	0,015	13,0	0,030	18,0
23. H. ♀	65,0	1,65	68°	0,020	50,0	0,025	50,0
24. H. ♂	51,0	1,60	7°	0,015	100,0	0,025	100,0
25. R. ♂	56,0	2,20	100°	0,025	29,5	0,030	37,5

TABELLE II (PORTS.)

Patient	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	$\frac{R + S}{R} (J)$	χ	E_{50}		$E_{45,5}$	
	(Insp.)	(Insp.)	α	Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$	Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$
26. F. ♀	65,0	2,07	30°	0,025	21,0	0,030	40,0
27. S. ♂	41,5	1,12	46°	0,020	19,0	0,025	17,0
28. G. ♂	43,0	1,54	- 12°	0,025	32,0	0,040	26,0
29. H. ♂	56,0	1,82	5°	0,035	60,0	0,045	120,0
30. S. ♂	68,0	2,90	66°	0,025	17,0	0,025	18,0
31. R. ♂	61,0	1,75	57°	0,020	28,0	0,030	80,0
32. V. ♂	65,0	1,74	28°	0,025	18,0	0,035	60,0
33. E. ♂	69,0	2,26	69°	0,030	40,0	0,035	30,0
34. P. ♂	59,0	3,43	51°	0,035	15,0	0,040	33,0
35. L. ♂	42,0	1,81	60°	0,040	90,0	0,040	110,0
36. E. ♂	65,0	2,70	70°	0,025	18,0	0,030	22,0
37. S. ♀	78,0	1,60	44°	0,020	9,0	0,025	8,0
38. S. ♂	92,0	2,84	92°	0,030	17,0	0,035	30,0
39. S. ♂	59,0	1,82	33°	0,020	14,0	0,020	20,0
40. G. ♂	62,5	2,34	61°	0,020	15,0	0,025	14,0
41. G. ♀	65,0	3,50	108°	0,025	40,0	0,025	48,0
42. L. ♂	67,0	2,38	60°	0,025	16,0	0,030	30,0
43. K. ♂	51,5	1,59	65°	0,030	18,0	0,035	19,0
44. G. ♂	68,0	1,53	58°	0,025	17,0	0,025	23,0
45. Z. ♀	81,0	2,00	60°	0,020	25,0	0,020	35,0
46. F. ♀	72,0	1,93	28°	0,030	28,0	0,035	29,0
47. M. ♀	58,0	1,15	21°	0,000	0,0	0,000	0,0
48. H. ♂	62,0	2,09	22°	0,000	0,0	0,000	0,0
49. H. ♀	89,0	3,10	67°	0,035	25,0	0,040	28,0
50. M. ♂	63,0	1,36	- 13°	0,000	0,0	0,000	0,0

TABELLE II (FORTS.)

Patient	$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	$\frac{R + S}{R} (J)$	α	E_{50}		$E_{45,5}$	
	(Insp.)	(Insp.)		Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$	Q sec.	$\frac{Q \cdot 100}{R}$
51. B. ♂	25,0	1,54	30°	0,000	0,0	0,000	0,0
52. V. ♂	154,0	2,84	85°	0,030	19,0	0,035	28,0
53. S. ♂	69,0	1,90	39°	0,020	11,0	0,025	40,0
54. S. ♂	61,5	1,40	28°	0,000	0,0	0,015	7,0
55. Z. ♂	55,0	2,12	14°	0,030	40,0	0,035	120,0
56. K. ♂	55,0	2,00	4°	0,000	0,0	0,000	0,0
57. H. ♂	52,0	1,25	9°	0,000	0,0	0,000	0,0
58. K. ♀	76,0	2,66	65°	0,020	9,0	0,020	12,0
59. F. ♂	41,5	1,88	12°	0,000	0,0	0,000	0,0
60. R. ♂	65,5	1,66	84°	0,030	11,0	0,035	33,0
61. D. ♂	98,0	2,35	83°	0,030	19,0	0,035	31,0
62. E. ♀	70,0	1,42	32°	0,020	12,0	0,030	11,0
63. R. ♂	62,0	2,00	93°	0,030	24,0	0,030	29,0
64. K. ♂	40,5	1,44	30°	0,030	43,0	0,040	67,0
65. H. ♂	50,0	1,73	28°	0,000	0,0	0,000	0,0
66. G. ♂	112,0	3,00	75°	0,020	13,0	0,020	20,0
67. O. ♂	51,5	2,05	30°	0,010	9,0	0,015	14,0
68. G. ♂	60,0	2,15	66°	0,030	14,0	0,030	15,0
69. S. ♀	97,0	4,24	49°	0,020	12,0	0,020	12,0
70. S. ♂	61,5	1,40	39°	0,020	18,0	0,025	28,0
71. L. ♂	45,0	1,36	42°	0,020	5,0	0,020	11,0
72. G. ♂	45,0	1,19	60°	0,030	18,0	0,035	32,0
73. G. ♀	62,5	2,24	109°	0,025	50,0	0,025	57,0
74. H. ♂	120,0	4,11	77°	0,030	26,0	0,035	34,0
75. A. ♂	68,5	2,56	90°	0,000	0,0	0,000	0,0

C.

ERGEBNISSE.

Zunächst haben wir folgende Meßwerte:

Tabelle I

- a) Amplituden von R_D , R_A , R_J , S_J (mm);
- b) das prozentuale Amplitudenverhältnis von R_D und R_A ($\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$);
- c) der Quotient $\frac{R + S}{R}$ in Ableitung J;
- d) Dauer und Tiefe von Q in D (Q_D sec., $\frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$).

Tabelle II

- a) Die Quotienten $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ und $\frac{R + S}{R}$ (J) bei Inspiration;
- b) Winkel α
- c) Dauer und Tiefe der Q-Zacken in den tiefen Ösophagusableitungen (E_{50} und $E_{45,5}$).

I.

BEZIEHUNGEN DER ABLEITUNGEN NACH NEHB (D, A, J)

UNTEREINANDER.

Entsprechend dem EINTHOVEN'schen Gesetz:

$$\text{Abl. II} = \text{Abl. I} + \text{Abl. III}$$

ist für die NEHB'schen bipolaren Brustwandableitungen zum Zeitpunkt der R-Zacke die Beziehung

$$R_A = R_J + R_D$$

bekannt. (7)

Bei der Betrachtung der QRS - Komplexe fällt auf, daß in den weitaus meisten Fällen die R-Zacke in A über diejenigen in D und J dominiert - entsprechend der Abl. II beim mittleren Lagetyp in der Frontalebene. Während D und A gewöhnlich einen qRs - Typ aufweisen und damit den Ableitungen V_5 , V_6 nach WILSON ähneln, findet man in der Ableitung J dagegen meist einen überwiegend negativen rS - Komplex wie in V_1 , V_2 nach WILSON, oder einen biphasischen Ventrikelkomplex vom RS - Typ, der den Ableitungen V_3 - V_4 der Übergangszone gleicht; im Falle eines RS - Typs (R und S haben die gleiche Amplitude) steht die elektrische Herzachse senkrecht oder nahezu senkrecht zur Ableitelinie J des NEHB'schen Dreiecks.

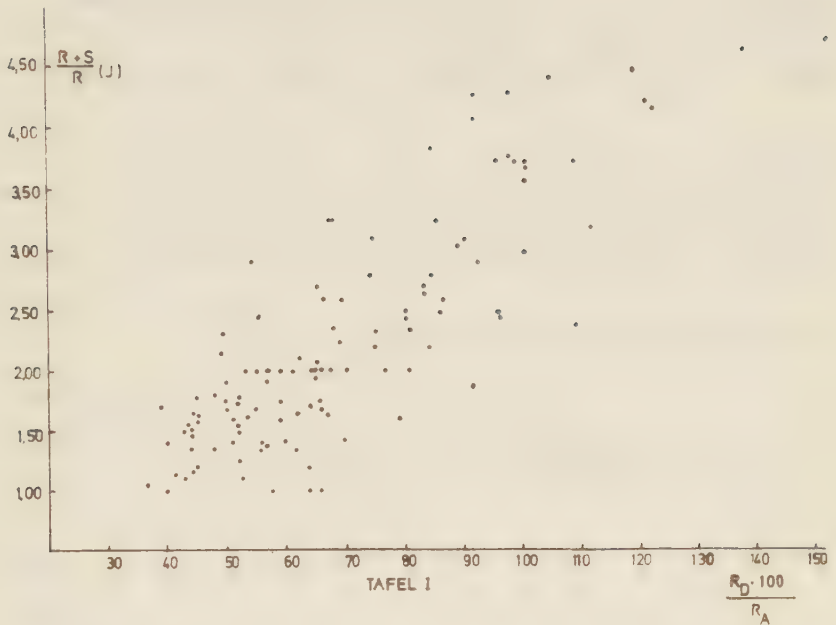
Um nun die Beziehungen zwischen den Kammerkomplexen der Ableitungen D, A und J zahlenmäßig festzulegen, wurden die Amplitudenwerte der R - und S - Zacke in Ableitung J (gemessen in mm) in Form des Quotienten

$$\frac{R + S}{R}$$

dem prozentualen Verhältnis der R - Amplituden in D und A ($\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$) auf der anderen Seite gegenübergestellt.

Die graphische Darstellung ergibt folgendes Bild:

Tafel I



Tafel I zeigt, daß der Quotient $\frac{R+S}{R}$ in J und das prozentuale Verhältnis R_D/R_A in einer - wie zu erwarten war - straffen linearen Beziehung zueinander stehen.

Rechnerisch ergab sich durch Mittelwertbildung:

Tabelle III

$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	39	45	51	57	63	69	75
$\frac{R + S}{R}(J)$	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	81	87	93	99	105	111	
$\frac{R + S}{R}(J)$	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	

bzw. durch eine Formel ausgedrückt:

$$x = 24 y + 15$$

$$\text{d.h. } \frac{R_D \cdot 100}{R_A} = 24 \cdot \left(\frac{R + S}{R} \right)_J + 15$$

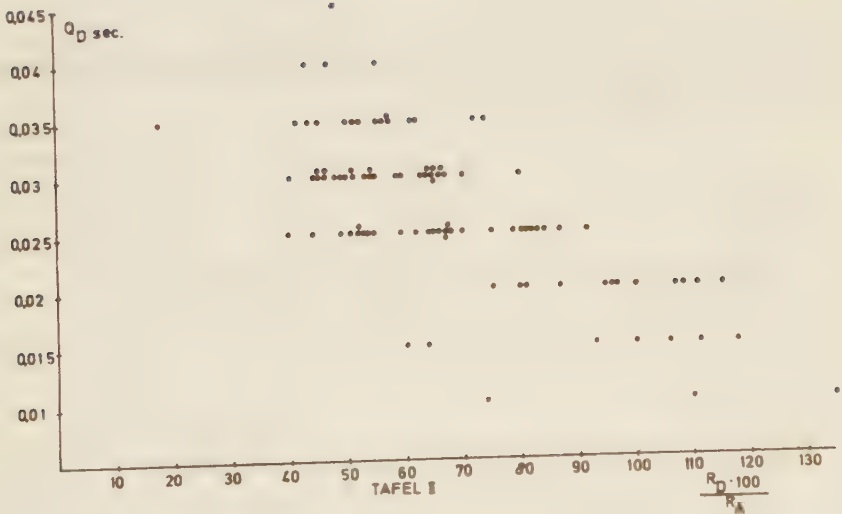
II.

BEZIEHUNG DER Q-ZACKE IN D ZUR LAGE DER ELEKTRISCHEN HERZACHSE.

Das prozentuale Verhältnis der R - Amplituden in D und A ($\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$) kann als zahlenmäßiger Ausdruck für die Richtung der elektrischen Herzachse im NEHB'schen Dreieck aufgefaßt werden. Nun wurde die Beziehung der Q-Zacke in D zu den beiden Quotienten ($\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ bzw. $\frac{R + S}{R}$ in J) und damit zur Lage der elektrischen Herzachse bei der Projektion in die Ebene des NEHB'schen Dreiecks untersucht.

1. Beziehung der Dauer von Q in D zu dem prozentualen Verhältnis der R-Zacken in D und A ($\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$):

Tafel II



Um die aus Tafel II vermutete Beziehung zu beweisen, wurde der Korrelationskoeffizient r nach der Formel

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}}$$

ermittelt. Dieser dient zur Messung der Stärke (Strammheit) eines geradlinigen Zusammenhanges zweier Veränderlichen x und y (8). 5 Fälle von sicherem Hinterwandinfarkt wurden bei der Berechnung nicht verwendet (Nr. 5, 6, 11, 35, 64).

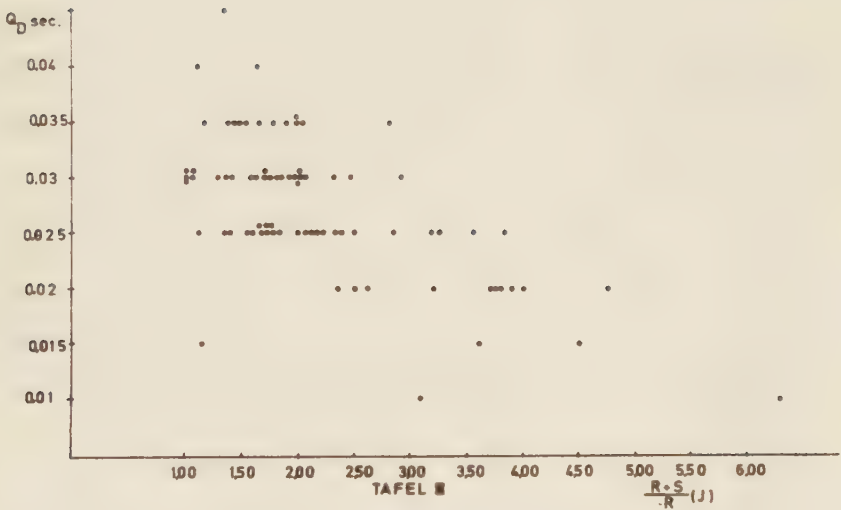
Es ergab sich:

$$r = - 0,803$$

Dieser r -Wert ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,001 signifikant (9).

2. Beziehung der Dauer von Q in D zu dem Quotienten $\frac{R+S}{R}$ in J :

Tafel III



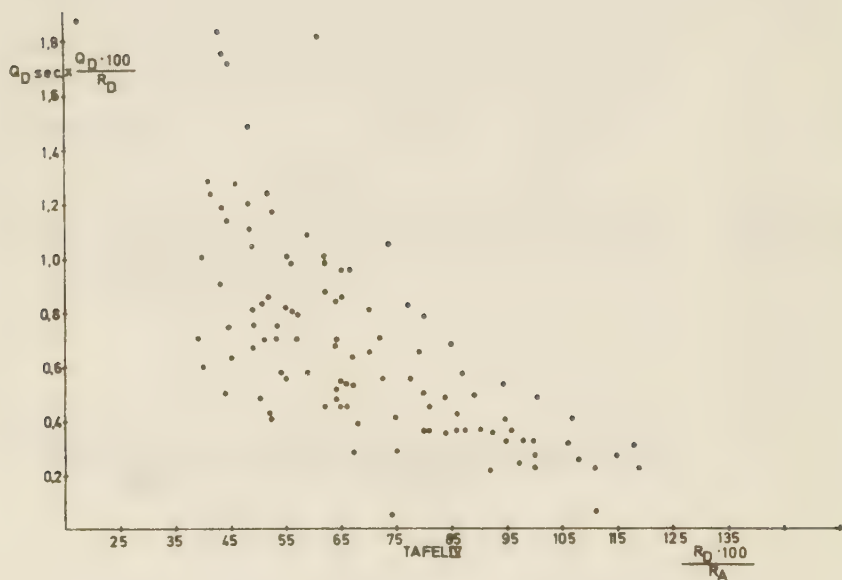
Fünf Fälle von Hinterwandinfarkt (s.o.) wurden bei der Berechnung nicht verwendet;

$$r = - 0,775$$

Dieser r-Wert ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,001 statistisch gesichert (9).

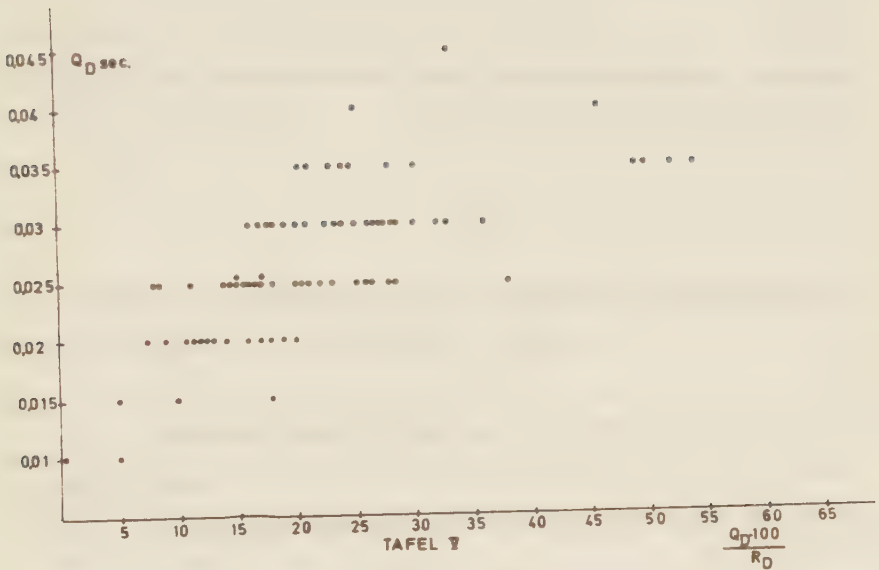
3. Beziehung zwischen dem Verhältnis der R-Amplituden in D und A
($\frac{R_D}{R_A} \cdot 100$) und dem Produkt aus Dauer und Tiefe von Q in D
($Q_D \text{ sec.} \cdot \frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$).

Tafel IV



Bisher wurde nur die Dauer, nicht aber die Tiefe (Amplitude) der Q-Zacke in D berücksichtigt. Die graphische Darstellung (Tafel V) zeigt, daß zwischen beiden Größen normalerweise eine direkte Proportionalität besteht:

Tafel V



Die Korrelationsrechnung mit dem Produkt: Q -Dauer (sec.) * Q -
Tiefe ($\frac{Q_D \cdot 100}{R_D}$) ergibt:

$$r = -0,772$$

Dieser r -Wert ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger
als 0,001 statistisch nachgewiesen (9).

Bei Mitberücksichtigung der Q-Amplitude in D wird die Stärke (Strammheit) des Zusammenhangs praktisch nicht verändert.

Aus diesen Darstellungen folgt:

Q in D steht zu dem prozentualen Amplituden - Verhältnis $\frac{R_D}{R_A} \cdot 100$

und dem Quotienten $\frac{R + S}{R}$ (J) in einem straffen - und zwar reziproken - Verhältnis und hat damit eine Beziehung zur Lage der elektrischen Herzachse.

III.

VEKTORIELLE KONSTRUKTION DER ELEKTRISCHEN HERZACHSE IM NEHB'SCHEN DREIECK.

1. Schematische Darstellung des NEHB'schen Dreiecks.

Bei 11 Patienten (Tabelle IV) wurden die Strecken zwischen den 3 Ableitestellen des "kleinen Herzdreiecks" (D, A, J) mit dem Beckenzirkel in cm gemessen:

Tabelle IV

Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D	21	24	23	24	25	24	26	21	28	25	25
A	15	16	16	16	18	19	19	18	18	18	18
J	11	14	11	13	15	14	13	15	17	14	17

Obwohl NEHB das Dreieck für "annähernd gleichseitig" hielt (1), nähert es sich in seinen Maßen doch mehr einem rechtwinkligen, wobei der rechte Winkel zwischen den Ableitelinien A und J liegt. Entsprechend der Thoraxform ist die Länge der Ableitelinien bei den Patienten etwas unterschiedlich.

Um die Konstruktion der elektrischen Achse zeichnerisch zu erleichtern, wurde ein rechtwinkliges Dreieck mit den Seiten

$$A = 20,00 \text{ cm}$$

$$J = 15,00 \text{ cm}$$

$$D = 25,00 \text{ cm}$$

zugrundegelegt, welches auch den gemessenen R-Zacken am besten gerecht wurde.

Von 80 NEHB'schen Ableitungen wurden die R-Zacken in D und A, die wegen ihrer größeren Amplitude besser zu messen sind als die Zacken der Ableitung J, für die Konstruktion der elektrischen Herzachse benutzt. Der Mittelpunkt entspricht dem Mittelpunkt der Hypotenuse D.

Zur Bestimmung der Richtung und Größe des jeweiligen Momentanvektors zum Zeitpunkt der R-Zacke wurden die Ausschlagshöhen von R auf den Dreieckseiten D und A vom Mittelpunkt aus abgetragen; durch senkrechte Projektion von den Ableitelinien aus ergab sich die Spitze des gesuchten Momentanvektors, dessen Fußpunkt im Dreiecksmittelpunkt liegt.

Diese Konstruktion hat nur den Wert einer Arbeitshypothese, denn sie beinhaltet folgende Fehlerquellen:

1. Die Ableitelinien sind je nach der Thoraxgröße unterschiedlich lang, damit ist das Dreieck nicht immer rechtwinklig.

2. Das Prinzip des EINTHOVEN'schen Dreiecks ist nicht ohne weiteres auf das NEHB'sche Dreieck übertragbar, da die Elektroden z.T. zu dicht beim Herzen liegen und von diesen benachbarten Teilen des Herzens stärker beeinflusst werden als von den entfernter liegenden Herzpartien (10); die Dimensionen des leitenden Mediums, die bei den Standard - Ableitungen praktisch als unendlich angesehen werden können, sind im Verhältnis zum Herzen nicht groß genug. Nach EINTHOVEN vergrößern sich die Fehler umso mehr, je näher die Elektroden beim Herzen liegen (11).

2. Die elektrische Herzachse und der Winkel σ : (Abb. 1)

Die Richtung der elektrischen Herzachse bei Projektion in die Ebene des NEHB'schen Dreiecks wird durch einen Winkel angegeben, der zwischen einer zur Ableitung J parallelen Ebene, die durch den Dreiecksmittelpunkt geht, und der elektrischen Herzachse liegt.

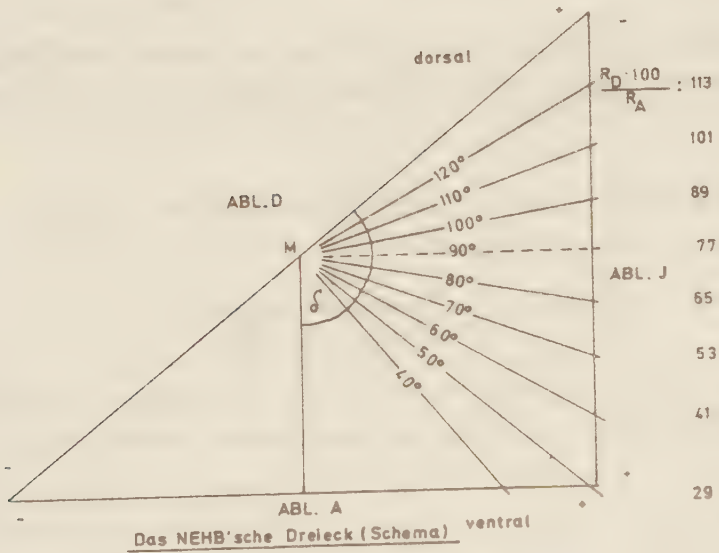
Dieser Winkel mag als

Winkel σ

bezeichnet werden, da die Winkel α , β und γ in der Literatur für andere Ebenen verwendet werden (12). Bei einer Bewegung des Herzens um seine Transversalachse von ventral nach dorsal nimmt der Winkel σ zu und umgekehrt; steht die elektrische Achse senkrecht zu J, so ist $\sigma = 90^\circ$.

Abb. 1

Geometrische Darstellung des NEHB'schen Dreiecks
und der elektrischen Herzachse.



Jedem Winkelgrad entspricht ein bestimmtes Verhältnis zwischen
den R-Zacken in D und A ($\frac{R_D}{R_A} \cdot 100$) :

In der ersten Zeile der folgenden Tabelle V sind für die 11 Fälle die gemessenen Zahlen nach der Formel: $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ eingetragen. In der zweiten Zeile sind aus diesen Werten die berechneten Winkel δ zu sehen.

Tabelle V

$\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101
$\delta(^{\circ})$	53	57	60	62	65	69	71	73	77	80	84	90	90

Dieser Winkel δ wurde nach der trigonometrischen Formel berechnet, d.h. nach δ aufgelöst:

$$\delta = \arcsin \frac{1}{\sqrt{1 + \left(1 - \frac{R_D}{R_A}\right)^2}}$$

Daraus folgt: Zwischen Winkel δ und dem prozentualen Verhältnis der R-Zacken in D und A besteht eine direkte Proportionalität; da sich Q in D zu $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ reziprok verhält (s. oben), verringert sich die Dauer von Q in D bei einer Bewegung der elektrischen Herzachse von ventral nach dorsal, also mit zunehmendem Winkel δ .

3. Die Abhängigkeit der elektrischen Herzachse von der Atmung.

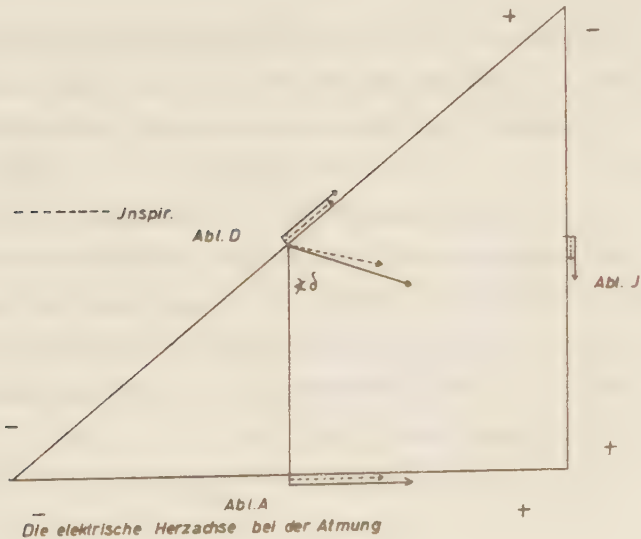
(Abb. 2)

Die Abhängigkeit der elektrischen Herzachse bei ihrer Projektion in die Ebene des NEHB'schen Dreiecks von der Atmung wurde an

80 EKG's untersucht (s. Tabelle II). Die Beziehung $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ als zahlenmäßiger Ausdruck für die Richtung der elektrischen Achse zeigte folgendes Verhalten bei tiefer Inspiration:

- a) in 45 % der Fälle wurde $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ kleiner, d.h. es erfolgte eine Bewegung nach ventral;
- b) in 22 % der Fälle blieb $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ gleich, d.h. die Richtung änderte sich nicht;
- c) in 33 % der Fälle wurde $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ größer, d.h. es erfolgte eine Drehung der elektrischen Achse nach dorsal.

Abb. 2



Die Richtung der elektrischen Herzachse wird in der Ebene des NEHB'schen Dreiecks (Winkel δ) durch die Atembewegung nicht in dem Ausmaß verändert, wie es infolge der Zwerchfellbewegung in der Frontalebene (Winkel α) gewöhnlich der Fall ist; die Größe bzw. Länge des Vektors dagegen nimmt bei der Einatmung meist stärker ab, da sich durch die inspiratorische Steilerstellung der räumlichen Herzachse die Projektion auf die Ableitlinien des NEHB'schen Dreiecks verringert.

IV.

DIE Q-ZACKE IN DEN ÖSOPHAGUSABLEITUNGEN UND DER WINKEL δ .

Um festzustellen, ob eine Abhängigkeit zwischen der Lage der elektrischen Herzachse bei Projektion in das NEHB'sche Dreieck, d.h. dem Winkel δ , und den Q-Zacken in den tiefen Ösophagusableitungen besteht, wurde deren Beziehung zu $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$, zu $\frac{R + S}{R}$ (J) und zur Q-Zacke in D untersucht; eine solche konnte aber weder graphisch noch rechnerisch nachgewiesen werden. Die Q-Zacke in den tiefen Ösophagusableitungen hat also keinerlei Beziehung zum Winkel δ , ebenso wenig wie zwischen Q in D und dem Winkel α in der Frontalebene eine Beziehung festgestellt werden konnte (5).

D.

DISKUSSION

Was besagen diese Ergebnisse?

Zwischen der Q-Zacke der NEHB'schen Ableitung D und der Lage der elektrischen Herzachse bestehen feste Beziehungen. Da die NEHB'schen Ableitungen an vielen Kliniken heute routinemäßig geschrieben werden, sollte darauf geachtet werden.

Die Q-Zacke in D steht in einer reziproken Abhängigkeit vom Winkel zwischen der elektrischen Herzachse und der Ebene der Ableitung J, genannt Winkel δ .

Bei zunehmender Ventralbewegung der Herzspitze und damit der elektrischen Achse in der Ebene des "kleinen Herzdreiecks" nimmt mit abnehmendem Winkel δ die Größe der Q-Zacke in D physiologisch zu; bei der Beurteilung von Patienten mit breitem oder tiefem Q in D sollte diese Gegebenheit berücksichtigt werden.

bezüglich der Diagnostik des Hinterwandinfarkts ist zu sagen, daß Q in D hinsichtlich der Dauer und Tiefe sehr oft an der Grenze der Norm liegt; in diesen Fällen sollte neben den übrigen Ableitungen (EINTHOVEN, GOLDBERGER, WILSON, Ösophagus-Ableitungen) untersucht werden, ob die Größe der Q-Zacke evtl. durch die Lage der elektrischen Herzachse : in diesem Falle durch einen kleinen Winkel δ) bedingt oder mitbedingt ist.

Ferner erscheint es notwendig, neben der Dauer auch die Amplitude der Q-Zacke zu beachten; im Normalfall besteht zwischen beiden Größen eine Proportionalität, so daß eine senkrechte Q-Zacke auch eine entsprechend lange Dauer besitzt.

Die Q-Zacken in den tiefen Ösophagusableitungen E_{50} und $E_{45,5}$ haben keinerlei Beziehung zum Winkel δ und damit auch nicht zur Q-Zacke in D der NEHB'schen Ableitung; jede der beiden Ableitungen hat also unabhängig von der anderen ihre eigene Aussagekraft.

E.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 80 ambulanten Patienten beiderlei Geschlechts und jeglichen Alters wurden neben den Ableitungen nach EINTHOVEN, GOLDBERGER, und WILSON die bipolare Brustwandableitung nach NEHB und die unipolaren Ösophagusableitungen gemacht. An einem schematischen NEHB'schen Dreieck wurde die jeweilige Lage der elektrischen Herzachse bestimmt; sie wurde durch den Winkel δ angegeben.

Die Untersuchung ergab:

1. Zwischen den Quotienten $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ und $\frac{R + S}{R}$ in Ableitung J besteht eine straffe lineare Beziehung (direkte Proportionalität).
2. Zwischen $\frac{R_D \cdot 100}{R_A}$ und dem Winkel δ besteht eine direkte Proportionalität.

3. Q in D verhält sich reziprok zu $\frac{\tilde{K}_D \cdot 100}{R_A}$, zu $\frac{R + S}{R}$ in J und damit zum Winkel δ .
4. Die tiefen Ösophagusableitungen haben zur q-Zacke in D, zu $\frac{\tilde{K}_D \cdot 100}{R_A}$ und zu $\frac{R + S}{R}$ (J) keine Beziehung.

Für die Überlassung des Themas und für das Referat danke ich herzlich Herrn Professor Dr. med. P. Polzien.

Herrn Professor Dr. med. H. Franke möchte ich für die Erlaubnis, in der Klinik arbeiten zu dürfen, und für die Übernahme des Korreferates ergebenst danken.

Frau E. Haug danke ich für die Unterstützung bei meinen Untersuchungen in der Klinik.

LITERATURVERZEICHNIS

1. NEHB, W.: Das kleine Herzdreieck
Klin. Wschr. 17, 1807, 1938
2. SCHNEIDER, K.W., W. GATTENLÖHNER
und K. KLÜTSCH : Beitrag zur Topographie des
Hinterwandinfarktes mittels
Ösophagus-Elektrokardiogra-
phie.
Arch. Kreislaufforschg.
46, 265, 1965
3. HEINECKER, R. : EKG - Fibel, Stuttgart 1965
4. LEMMERZ, A.H., R. SCHMIDT und
J. KRANENMANN : Die Deutung des EKG
Karlsruhe 1965
5. GEKLE, D. : Die Beziehung der Q_{III} -
Zacke zu Q in aVF, D, V_9 ,
Ösophagusableitungen und
zum Winkel α (Inaug.-Diss.
Würzburg 1961)
6. PRENEN, H. : Het normale unipolaire Oeso-
fagus-Electrocardiogram en
de Betekenis van het Ventri-
kelcomplex bij Achterwand-
infarct en linker Bundeltak-
blok (Inaug.-Diss. Nijmegen
1961)

7. POLZIEN, P. : Persönliche Mitteilung
(noch nicht veröffentlicht)
8. WALLIS, W.A. und H. v. ROBERTS : Methoden der Statistik
Freiburg 1960
9. GEIGY : Documenta Geigy Wissen-
schaftliche Tabellen ,
61, Basel 1960
10. LEPESCHKIN, E. : Das Elektrokardiogramm § 120
Dresden und Leipzig 1957
11. RITTER, O. und V. FATTORUSSO : Atlas der Elektrokardio-
graphie
Basel und New York 1965
12. LEPESCHKIN, E. : Das Elektrokardiogramm § 104
Dresden und Leipzig 1957
13. FRANKE, H. : Manuskript und Vortrag ,
Stilfibel für Mediziner ,
Georg Thieme Verlag
Stuttgart 1967

LEBENS LAUF

Am 8. Januar 1940 wurde ich als Sohn des Facharztes für Röntgenologie Prof. Dr. med. Gustav Schulte und seiner Ehefrau Hermine, geb. Pleßmann, in Bochum geboren.

Von Ostern 1946 bis 1950 besuchte ich die Volksschule in Recklinghausen und von Ostern 1950 bis 1959 das dortige Humanistische Gymnasium Petrinum. Am 3. März 1959 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Vom 1. April 1959 bis zum 31. März 1960 absolvierte ich das Pflichtjahr bei der Bundeswehr.

Medizin studierte ich an den Universitäten Marburg (Lahn) und Würzburg. Die ärztliche Vorprüfung legte ich im Oktober 1963 in Würzburg ab. Am 5. Januar 1967 bestand ich das ärztliche Staatsexamen in Würzburg.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

L. Schulte

